



دانشگاه صنعتی شریف  
دانشکده مهندسی مکانیک

# طرح سیستمهای تهویه مطبوع

دکتر محمد حسن سعیدی

# طراحی سیستم گرمایش با بخار



تعیین محل، انتخاب نوع و محاسبه ظرفیت تله‌های بخار

## محل تله بخار

خروجی وسایل گرمایشی

زیر رایزرهای آبریز در اتصال به لوله برگشت

انتهای لوله رفت قبل از اتصال به لوله برگشت

## انواع تله بخار

تله‌های ترمواستاتیکی

تله‌های ترمودینامیکی

تله‌های مکانیکی

§ عملکرد اصلی تله بخار **نگه داشتن بخار** در وسیله گرمایشی یا سیستم لوله‌کشی و **عبور هوا و آب‌کندانس** است.

§ با مشخص بودن **کاربری، فشار کاری و گذر جرمی بخار**، نوع و ظرفیت تله‌های بخار تعیین می‌گردد.

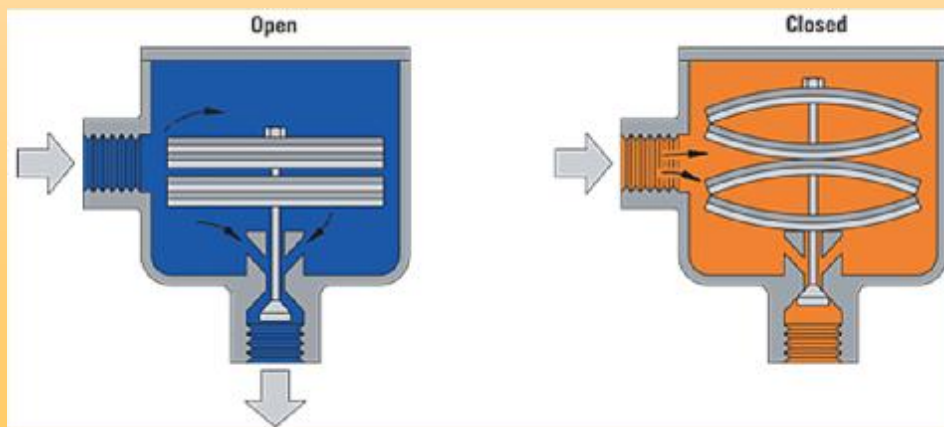
§ هرچند نوع تله بیش از هر چیز به کاربری آن بستگی دارد، اما عوامل دیگری نظیر **هزینه، سهولت تعمیرات، اندازه تله، چیدمان خطوط و تجربیات فردی** طراح نیز در این رابطه موثر است.

## THERMOSTATIC TRAPS

§ این نوع تله‌ها با واکنش نسبت به **دمای سیال** داخل تله عمل می‌کنند. در صورت **وجود بخار**، دهانه خروجی به دلیل بالا بودن دمای بخار بسته نگه‌داشته می‌شود. با پر شدن تله از **آب کندانس**، دمای المان حرارتی کم شده و مجرای خروجی باز می‌گردد.

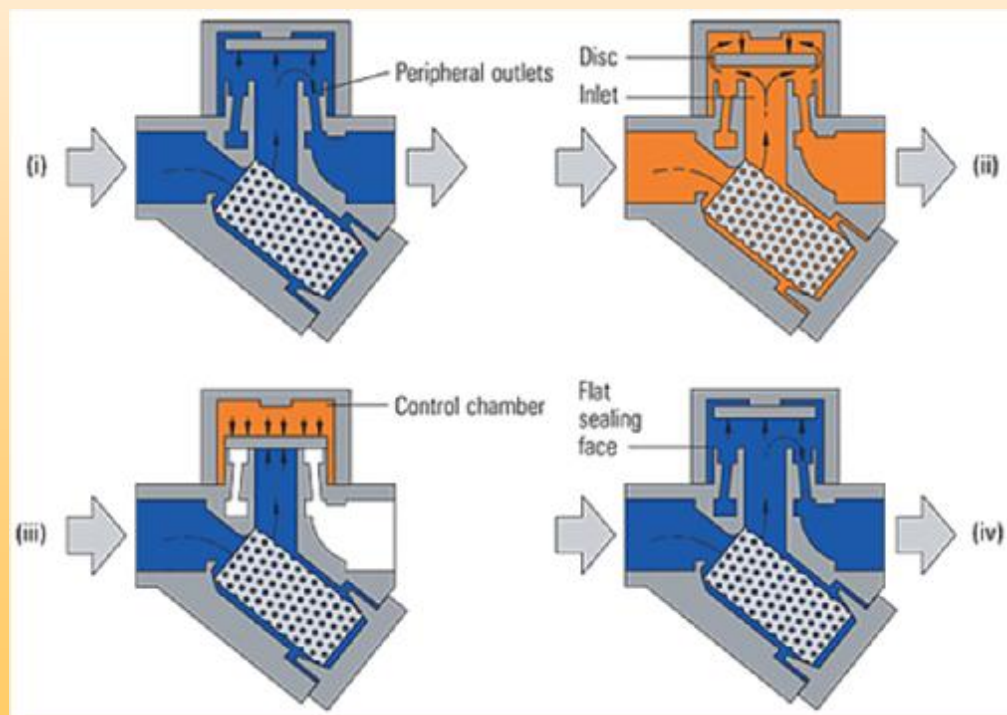
§ از آنجا که برای عمل کردن تله ترمواستاتیکی، آب کندانس داخل تله باید خنک شود، در صورت استفاده از آن برای وسایل گرمایشی بهتر است حداقل **2 فوت** فاصله بین خروجی وسیله گرمایشی و ورودی تله برای خنک شدن آب کندانس در نظر گرفته شود تا راندمان وسیله گرمایشی افزایش یابد.

§ مهمترین انواع تله‌های ترموستاتیکی عبارت است از: تله‌های **آکاردئونی** (فانوسی) و تله‌های **بی‌متال**.



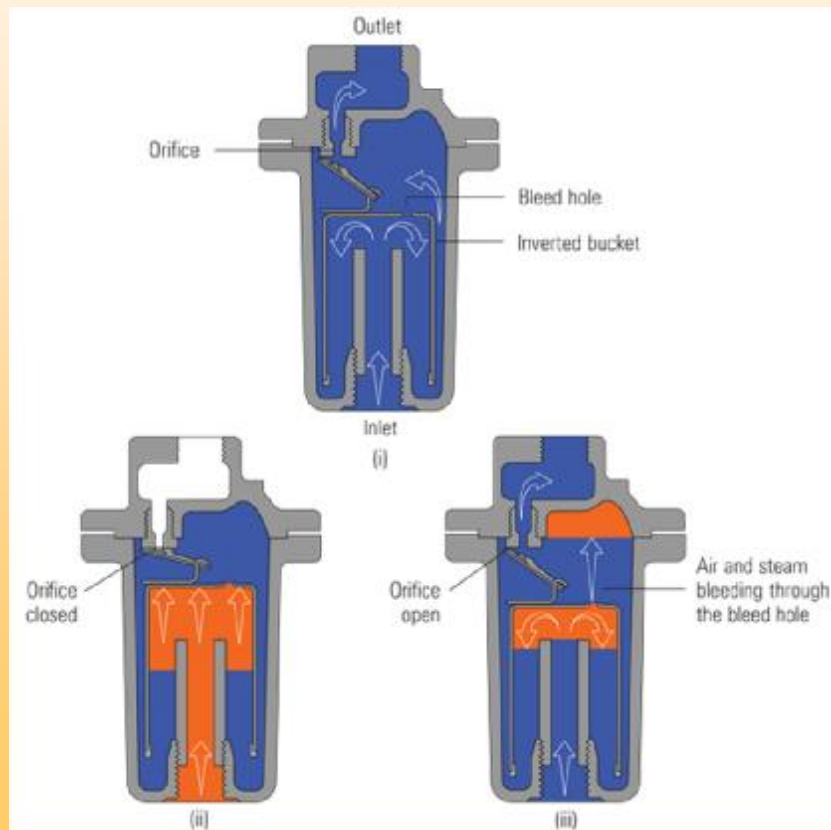
## THERMODYNAMIC TRAPS

§ این نوع تله‌ها بر پایه دینامیک جریان بخار و آب کندانس در مجرای داخلی تله بخار و عدم توازن فشار در دو طرف المان فشارشکن تله عمل می‌کنند.

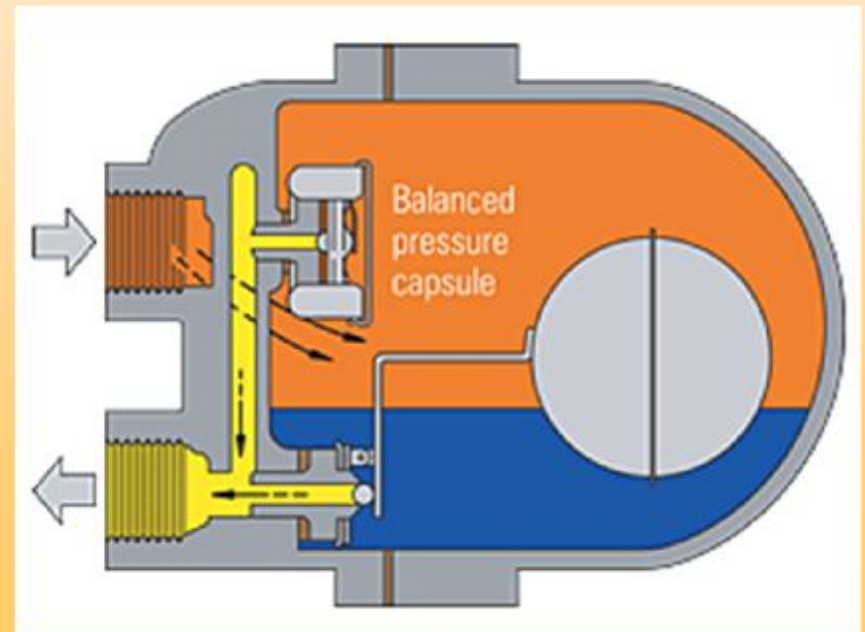


## MECHANICAL TRAPS

§ عملکرد این نوع تله‌ها، مکانیکی بوده و بر مبنای **اختلاف چگالی** بین بخار و آب کندانس قرار دارد. چگالی آب کندانس به مراتب بیش از چگالی بخار بوده و با پر شدن تله از آب دهانه خروجی تله باز می‌شود.



§ مهمترین انواع تله‌های مکانیکی عبارت است از:  
تله‌های شناور - ترمواستاتیکی و تله‌های سطل وارون.



# STEAM TRAP SELECTION

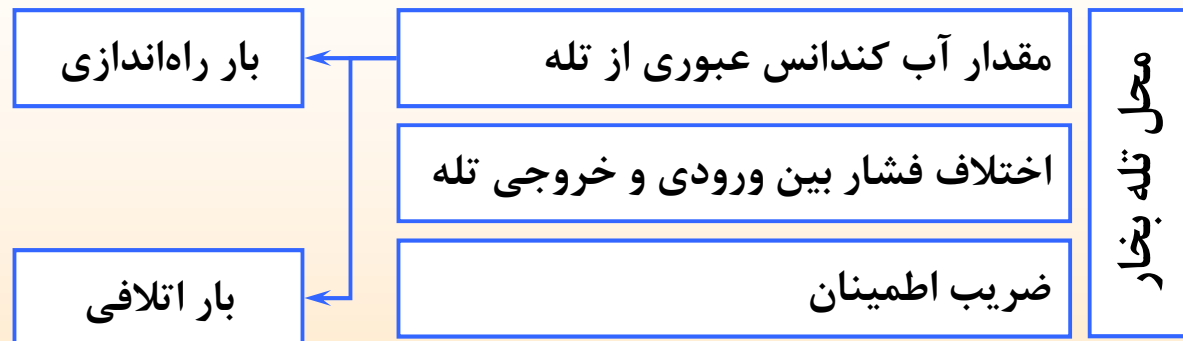
## تله‌های بخار

Application	Thermo-static	Thermo-dynamic	Free Float	Inverted Bucket	Float & Thermostatic
<b>Drip &amp; Tracing</b>					
Main Drip to 30 PSIG	1		2	3	2
to 300 PSIG	1	2	3	2	3
to 650 PSIG	1	2			3
to 2500 PSIG					
Steam Tracing	1	2	2	2	2
<b>Process</b>					
Heat Exchanger to 20 PSIG	2		1	2	1
to 150 PSIG	1		1	2	1
to 300 PSIG	1		1	2	1
to 600 PSIG			1		
Cooker/Reactor to 15 PSIG	2		1	3	1
to 60 PSIG	1		1	3	1
to 150 PSIG	1		1	3	1
to 600 PSIG	2		1		
Pressing to 100 PSIG	1		1	2	1
to 300 PSIG	1	2	2	2	
Reboiler	2		1	3	1
Rotating Cylinders	2*		1*	2	
Sterilizer	1		2		2
Tank Heating Storage	1		2		2
Line Heater	1		2		2
Evaporator			1	2	2
<b>HVAC</b>					
Air Heating Coils to 15 PSIG	2		1	3	1
to 60 PSIG	2		1	2	1
to 250 PSIG	2		1		
Radiator	1				
Unit Heater	1		1	2	1
Absorption Chiller	2		1	2	1

# تله‌های بخار

$$C_w = \frac{0.114 \times W \times \Delta T}{h \times t}$$

$$C_r = \frac{L \times K \times \Delta T}{h}$$



§ با گذشت زمان به تدریج بار راه‌اندازی کاهش و بار اتلافی افزایش یافته و لذا حداکثر بار در نقطه میانی سیکل راه‌اندازی اتفاق می‌افتد. بنابراین از مجموع **بار راه‌اندازی** و **نصف بار اتلافی** به منظور تعیین میزان آب کندانس استفاده می‌شود.

Draining steam main	3 to 1	Safety Factor
Draining steam riser	2 to 1	
Draining valves	3 to 1	
Draining coils	3 to 1	
Draining apparatus	3 to 1	

§ دلایل اعمال **ضریب اطمینان** برای انتخاب تله‌های بخار:

(الف) **متغیر بودن فشار** در ورودی و خروجی تله‌های بخار و لذا تغییر ظرفیت آنها

(ب) امکان **ورود آب کندانس** به خط بخار یا وسایل گرمایشی در مرحله راه‌اندازی

(ج) **عدم خروج هوا** از شبکه بخار در صورت پیوسته بودن جریان آب کندانس

# طراحی سیستم گرمایش با بخار

محاسبه ظرفیت مخزن و پمپ برگشت کندانس



§ چنانچه ارتفاع پایین‌ترین وسیله گرمایشی برای برگشت طبیعی آب کندانس به دیگ تحت نیروی ثقل، کافی نباشد، پمپ کندانس به این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

§ پمپ‌های کندانس معمولاً از نوع گریز از مرکز بوده و دارای مخزن و شناور خودکار است.

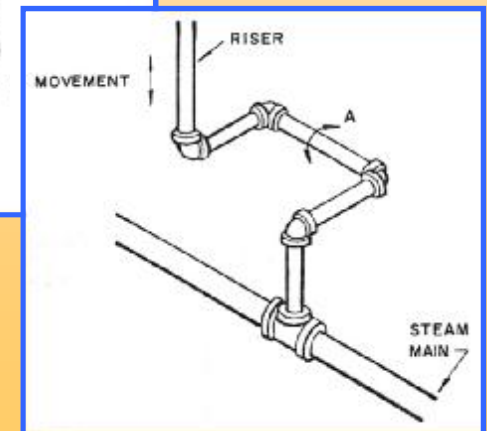
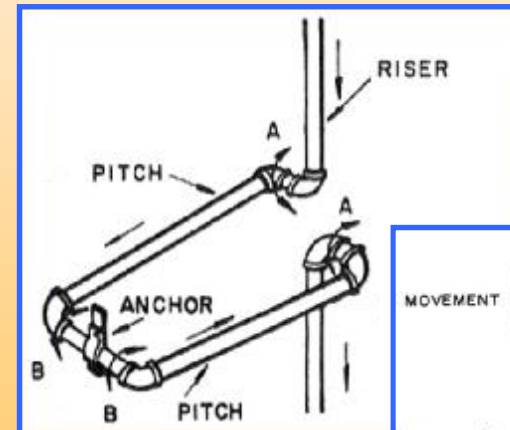
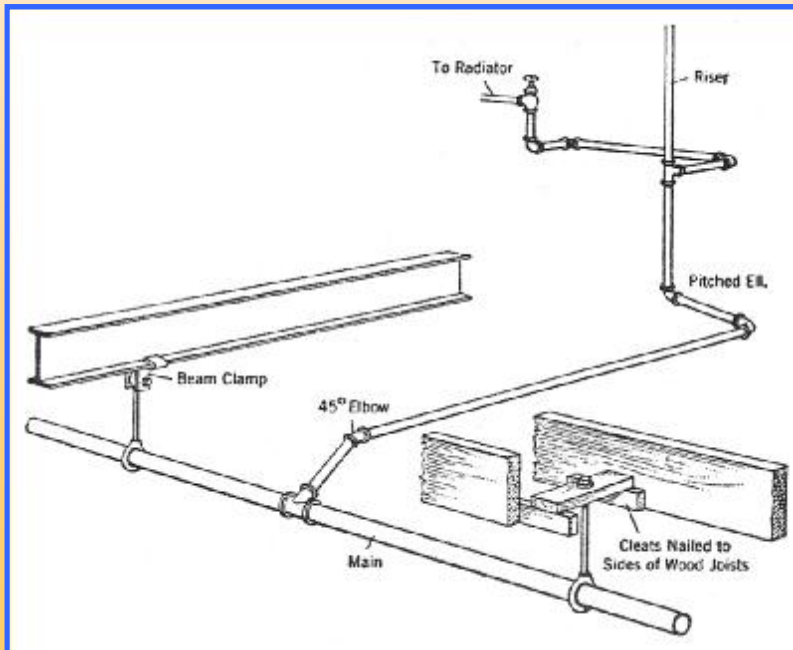
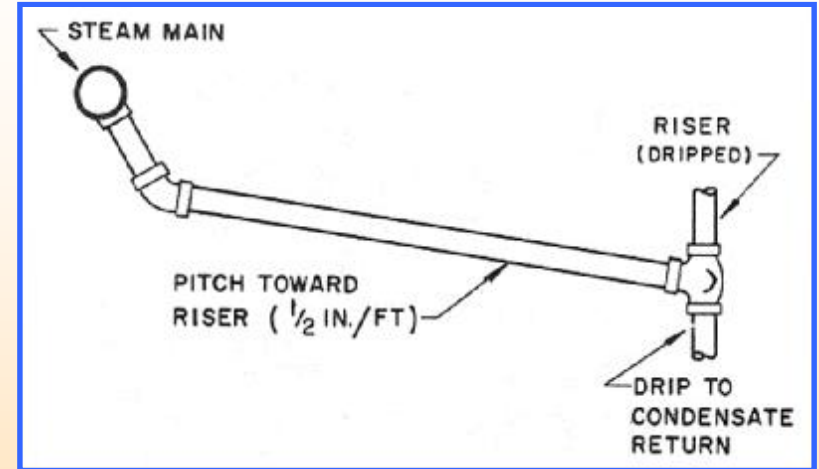
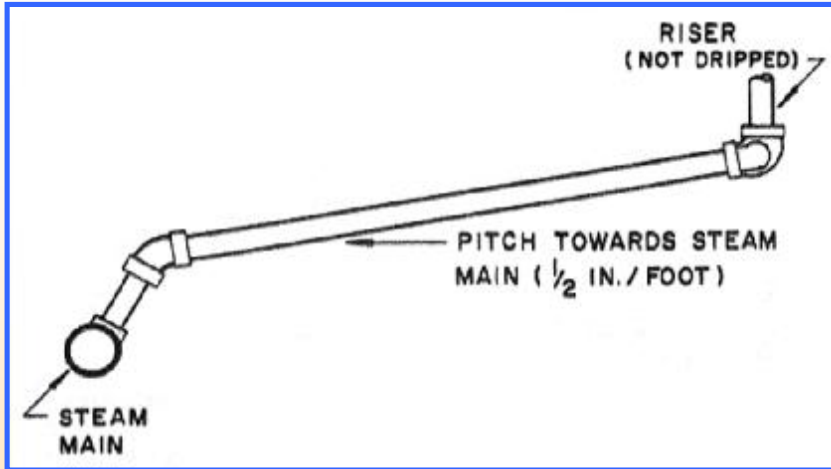
§ ظرفیت پمپ کندانس معادل  $5/2$  تا  $3$  برابر جریان معمول شبکه در نظر گرفته می‌شود.

§ اندازه مخزن کندانس به نحوی تعیین می‌گردد که از نوسان زیاد سطح آب دیگ جلوگیری نماید. به این منظور حجم مخزن کندانس معادل  $5/1$  برابر مقدار کندانس شبکه بخار در یک دقیقه در نظر گرفته می‌شود.

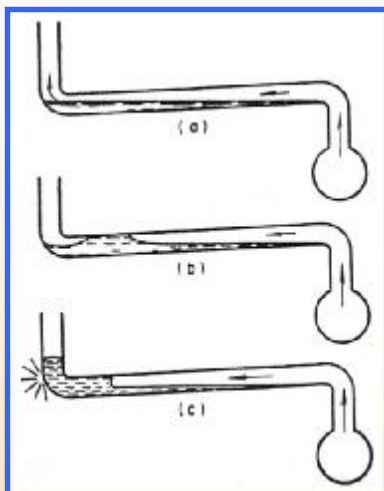


# نکات اجرایی در لوله‌کشی بخار

# STEAM PIPING

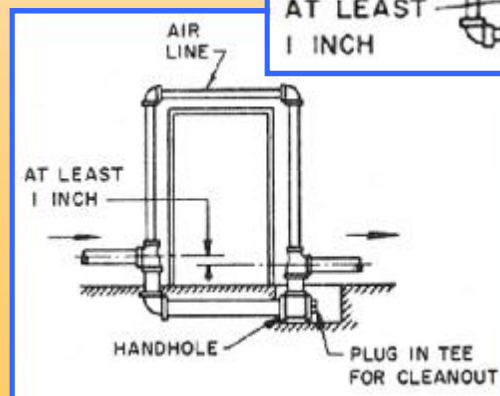
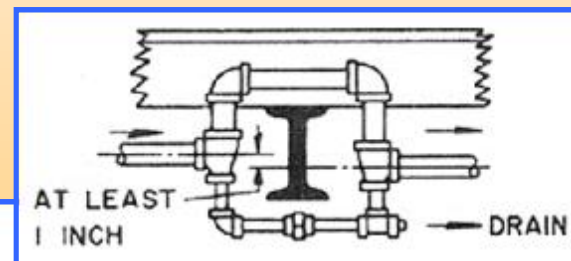
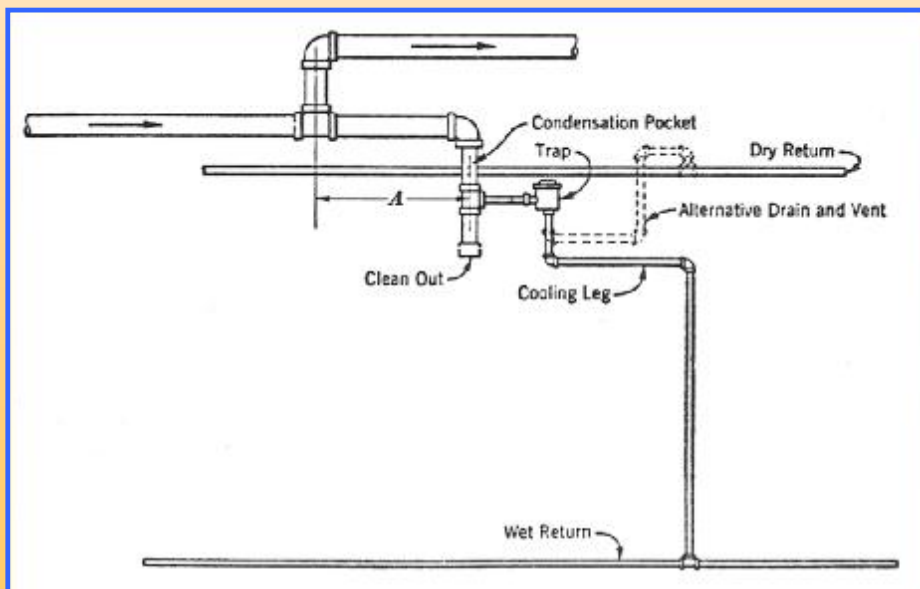


# نکات اجرایی در لوله‌کشی بخار



§ مطابق شکل، چنانچه شیب خطوط اصلی بخار نامناسب باشد، احتمال وقوع **ضربه قوچ** در لوله وجود خواهد داشت.

§ موارد زیر در جلوگیری از وقوع ضربه قوچ موثر است:  
 الف) شیب مناسب لوله‌ها  
 ب) جلوگیری از تجمع آب در لوله‌ها  
 ج) انتخاب مناسب اندازه لوله‌ها بویژه چنانچه جریان بخار و کندانس مختلف‌الجهت باشد.



نکات اجرایی در لوله‌کشی بخار

# BOILER PIPING

